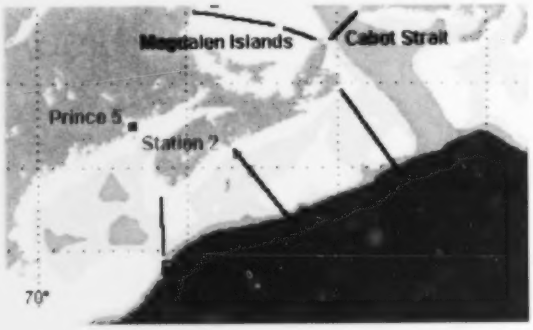
Fisheries and Oceans Canada | Pêches et Océans Canada
Science | Sciences
Maritimes Region
Ecosystem Status Report 2003/002

2001 State of the Ocean: Physical Oceanographic Conditions on the Scotian Shelf, Bay of Fundy and Gulf of Maine



Background

The physical oceanographic environment influences the yield (growth, reproduction, survival), and behaviour (distribution catchability, availability) of marine organisms as well as the operations of the fishing industry. Changes in this environment may contribute directly to variations in resource yield, reproductive potential, catchability, year-class size (recruitment) and spawning biomass as well as influence the perception of the resource status and the efficiency and profitability of the industry.

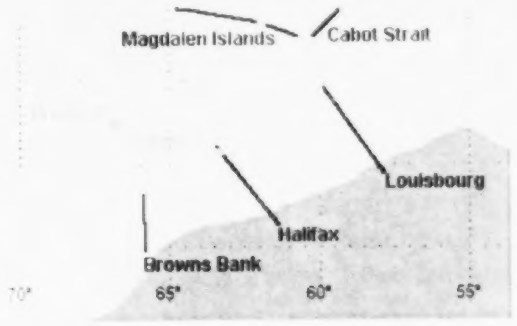
Physical oceanographic conditions (mainly water temperature and salinity) are therefore measured during research vessel resource surveys and regularly at fixed sites as part of the ***Atlantic Zonal Monitoring Program (AZMP)****. Additional hydrographic, meteorological and sea ice data are obtained from a variety of sources, including standard monitoring stations, research studies, ships-of-opportunity, fishing vessels, and remote sensing (satellites).*

All of the hydrographic data are edited and archived in Canada's national Marine Environmental Data Service (MEDS) database. A working copy is maintained in a Northwest Atlantic database at the Bedford Institute of Oceanography.

Summary

- Annual mean air temperature over the Scotian Shelf, Bay of Fundy and eastern Gulf of Maine were warmer-than-normal in 2001.
- The area of the Scotian Shelf covered by sea-ice in the winter was less than normal although the ice that was present lasted longer than usual.
- Sea surface temperatures were generally warmer-than-normal during 2001.
- The subsurface waters over the northeastern Scotian Shelf declined to below normal temperatures after two years of warmer-than-normal conditions.
- Near-bottom temperatures over most of the Scotian Shelf during the July groundfish survey in 2001 were below normal.
- Since the mid-1990s, vertical stratification in the upper layers has been at or near its maximum in the approximately 50-year record.

2001 State of the Ocean: Physical Oceanographic Conditions on the Scotian Shelf, Bay of Fundy and Gulf of Maine



Background

The physical oceanographic environment influences the yield (growth, reproduction, survival), and behaviour (distribution, catchability, availability) of marine organisms as well as the operations of the fishing industry. Changes in this environment may contribute directly to variations in resource yield, reproductive potential, catchability, year-class size (recruitment) and spawning biomass as well as influence the perception of the resource status and the efficiency and profitability of the industry.

Physical oceanographic conditions (mainly water temperature and salinity) are therefore measured during research vessel resource surveys and regularly at fixed sites as part of the ***Atlantic Zonal Monitoring Program (AZMP)****. Additional hydrographic, meteorological and sea ice data are obtained from a variety of sources, including standard monitoring stations, research studies, ships-of-opportunity, fishing vessels, and remote sensing (satellites).*

All of the hydrographic data are edited and archived in Canada's national Marine Environmental Data Service (MEDS) database. A working copy is maintained in a Northwest Atlantic database at the Bedford Institute of Oceanography.

Summary

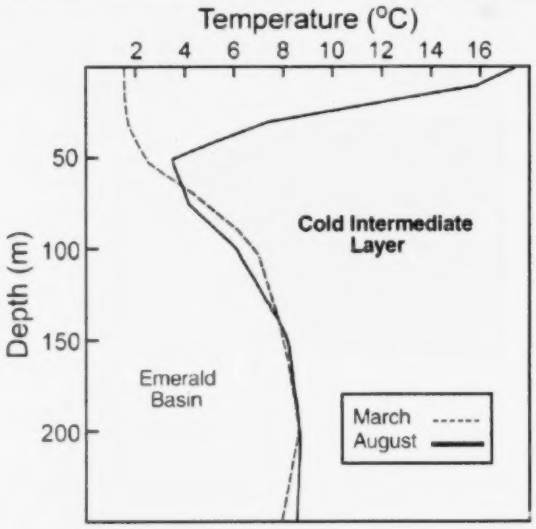
- Annual mean air temperature over the Scotian Shelf, Bay of Fundy and eastern Gulf of Maine were warmer-than-normal in 2001.
- The area of the Scotian Shelf covered by sea-ice in the winter was less than normal although the ice that was present lasted longer than usual.
- Sea surface temperatures were generally warmer-than-normal during 2001.
- The subsurface waters over the northeastern Scotian Shelf declined to below normal temperatures after two years of warmer-than-normal conditions.
- Near-bottom temperatures over most of the Scotian Shelf during the July groundfish survey in 2001 were below normal.
- Since the mid-1990s, vertical stratification in the upper layers has been at or near its maximum in the approximately 50-year record.

Average Conditions

Temperature and salinity conditions within the Scotian Shelf, Bay of Fundy and Gulf of Maine vary spatially due to complex bottom topography, transport from upstream sources such as the Gulf of St. Lawrence, melting of sea-ice in spring, and exchange with the adjacent, offshore slope waters. Water properties are also characterized by large seasonal cycles, depth differences and horizontal east-west and inshore-offshore gradients.

The seasonal temperature range of the waters over the Scotian Shelf decreases with depth. At the surface, the range is about 16°C but there is little or no seasonal change at depths greater than approximately 150 to 200 m. In the shallow regions of the Gulf of Maine, such as Lurcher Shoals, the Bay of Fundy and Georges Bank, the seasonal cycle shows much less change with depth due to vertical mixing by the strong tidal currents.

In the winter, the water column in deep regions of the Scotian Shelf consists of two layers separated by a transition zone, as can be seen in the plot of temperature as a function of depth in Emerald Basin.



The upper layer is mixed by the winter winds and contains cold, low salinity water. The bottom layer has relatively warm and salty water. The latter originates from the offshore slope region and enters the Shelf through deep channels or gullies. In summer, seasonal heating forms a thin (30-40 m) warm upper layer. The winter-cooled waters form a cold intermediate layer (CIL; 40-150 m) and the warm bottom layer remains unchanged. Variation in this vertical structure occurs over the shelf. The warm offshore waters do not penetrate onto the eastern Scotian Shelf and hence waters typical of the CIL (temperatures less than 5°C) extend to the bottom. Further, throughout the Scotian Shelf where depths are shallower than 150 m, there is no warm bottom layer. In areas of strong tidal currents, such as off southwest Nova Scotia, the waters even in summer are vertically well mixed.

Temperatures and salinities generally increase from east to west and from inshore to offshore due to the influences of the warmer, more saline offshore waters and the outflow of the fresher water from the Gulf of St. Lawrence. For

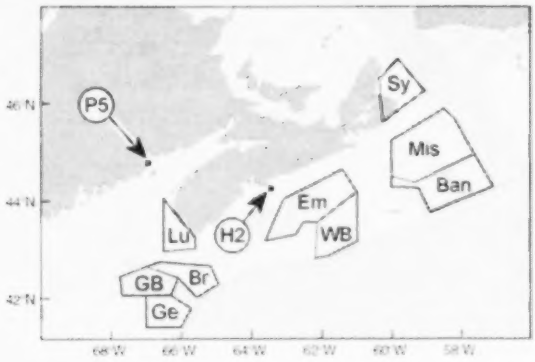
103-07343/

example, in the summer within the CIL, the 50 m temperatures typically range from 0-3°C over the eastern Scotian Shelf, 3-8°C over much of the central shelf and 6-9°C over the western Scotian Shelf, eastern Gulf of Maine and Bay of Fundy. The one exception to the general trend in horizontal distributions is the surface temperatures in summer, when they increase from west to east due to the warm surface outflow from the Gulf of St. Lawrence.

The near-bottom temperatures display similar ranges to those at 50 m, except over the central shelf where the range increases to 3-9°C, the slightly higher range being caused by the intrusion of the offshore waters.

Long-Term Time Trends

Year-to-year, water temperatures on the Scotian Shelf and in the Gulf of Maine are among the most variable in the North Atlantic Ocean. Information on this variability is derived from several sources. Long-term coastal sea surface temperatures are available at Halifax and St. Andrews. Hydrographic monitoring sites within the region include Prince 5 (P5), located at the mouth of the Bay of Fundy, and a new monitoring site established in 1998 at the location of standard station 2 on the Halifax Line (H2). Monthly temperature and salinity data have been collected at Prince 5 since the 1920s. The Atlantic Zonal Monitoring Program (AZMP) has also reinstituted the occupation of standard sections including the Halifax Line. In addition to these data from the monitoring sites and sections, temperature time series have been constructed for several areas from data collected during fisheries surveys and oceanographic studies.



Sy - Sydney Bight
Mis - Misaine Bank
Ban - Banquereau
Em - Emerald Basin
WB - Western Bank
H2 - Halifax Stn 2
Lu - Lurcher Shoals
Br - Browns Bank
GB - Georges Basin
Ge - Georges Bank
P5 - Prince 5

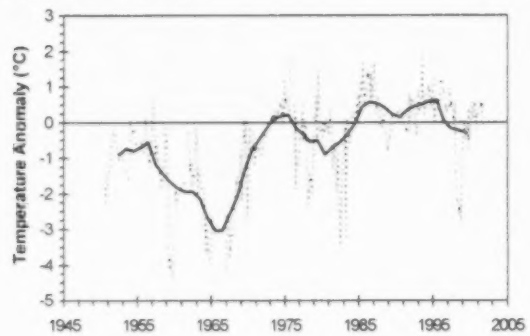
In order to detect time trends in temperature, the seasonal cycle is removed by calculating deviations (anomalies) of temperatures from the long-term (1971-2000) monthly means for each area. Inter-annual variability is also expressed as anomalies. With the exception of the Prince 5 series, the data from most areas are sparse prior to 1950.

In general, the temperature records are characterized by short period spikes, superimposed on long period (10-30 year) trends with amplitudes of 1-2°C. The spikes often represent "noise" due in large part to limited amounts of data and usually show little similarity from area to area. The long-period trends show strong similarity over much of the Scotian Shelf and the Gulf of Maine. In the time series plots, the dashed lines indicate monthly means and the solid lines are the 5-year running means of the annual averages.

The temperature pattern in Emerald Basin is representative of the long-period trends in the deep waters throughout the central and western shelf and in the Gulf of Maine. Temperatures were near or above average in the 1950s and declined

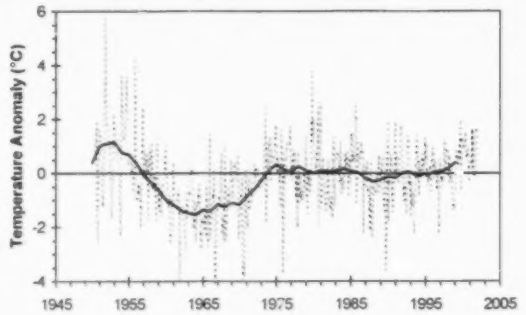
to below average in the 1960s. The extended period with the lowest temperatures occurred during the mid-1960s. Temperatures rose rapidly in the late 1960s and from the 1970s to 1997 generally remained warmer-than-average. Indeed, the highest sustained temperature anomalies in the approximate 50-year record were observed in the 1990s. In 1998 there was a rapid decline to levels not seen since the early 1980s and the 1960s. These cold waters were in turn replaced with waters of temperatures near to their long-term mean in 1999 and warmer in 2000. Temperatures events in 2001 are discussed in more detail in the next section.

Emerald Basin – 250 m



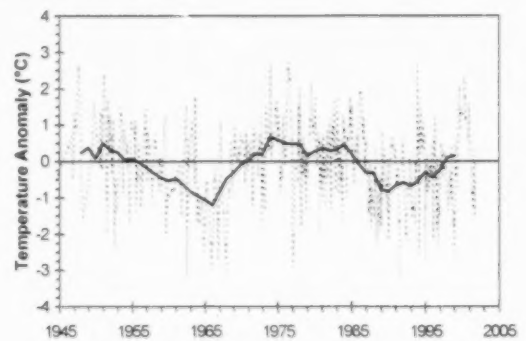
In shallower waters over the shelf, temperature trends were similar to those in the deep waters until the mid-1980s. Temperatures on eastern Georges Bank, which are representative of the offshore banks including Browns and Western, tended to be above average through most of the 1970s and 1980s but declined slightly in the late 1980s. Through the 1990s, temperatures have varied above and below the mean but their average (using 5-year running means) has generally remained above the long-term mean.

Eastern Georges Bank – 50 m



Temperatures in the shallow inshore areas of southwest Nova Scotia (Lurcher Shoals) show a clear decline from the mid-1980s to the early 1990s, reaching levels comparable to those in the cold period of the 1960s. Temperatures generally remained below average from the mid-1980s to the late 1990s. In 1999 and 2000 they rose to above normal.

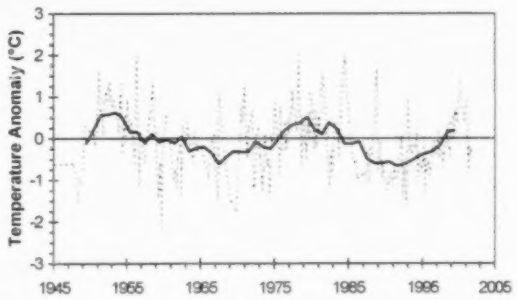
Lurcher Shoals – 50 m



In intermediate and deep waters of the eastern shelf, as exemplified by Misaine Bank, the amplitude of the long-period temperature trend is smaller (order 1°C) than for the rest of the shelf. Also, the low temperature anomalies during the 1960s were not as cold as elsewhere on the Scotian Shelf such as in Emerald Basin or over Lurcher Shoals. From the late-1960s to the mid-1970s, temperatures at Misaine Bank oscillated near or above average. They rose above normal around 1980 but by the mid-1980s, temperatures fell sharply.

Throughout most of the water column, temperatures were generally colder-than-normal until the late 1990s. The minimum temperature was recorded in the early 1990s, after which temperature anomalies rose. By 1999 and 2000 anomalies were above the long-term average. The long-term temperature trends over the eastern inshore areas (e.g. Sydney Bight) and offshore banks (e.g. Banquereau) are similar to those in the Misaine area.

Misaine Bank – 100 m

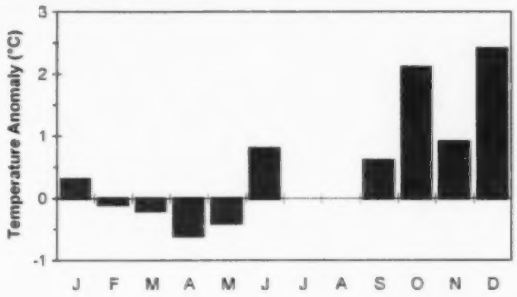


In the deep waters of Cabot Strait, temperatures were coldest during the 1960s but have been above or near average in recent years.

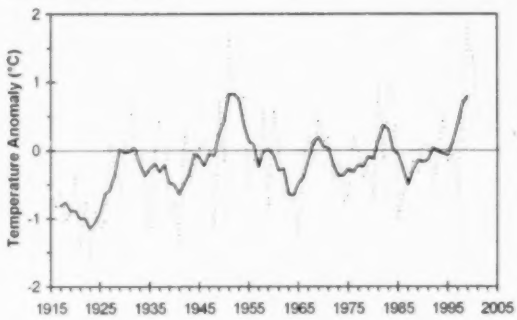
The general temperature trends described above are reflected in the time series of the summer research vessel stratified mean near-bottom temperatures for the Bay of Fundy (NAFO Division 4X) as well as the western (4X), central (4W) and eastern (4Vs) Scotian Shelf.

Conditions in 2001

Sable Island Air Temperatures
2001 Monthly Anomalies



Annual Time Series

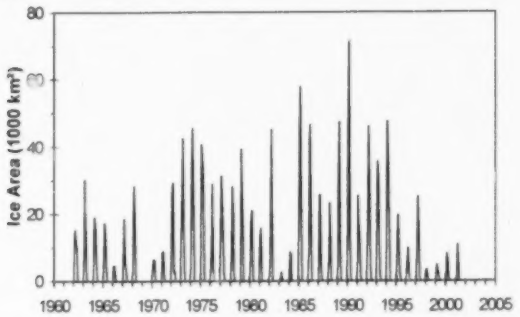


Annual mean air temperature over the Scotian Shelf, Bay of Fundy and eastern Gulf of Maine were warmer-than-normal in 2001. This was due mostly to warm conditions in June and the last four months of the year. The maximum monthly anomaly was in December (>2°C). July and August matched their long-term averages (zero anomalies) while February through May was slightly below normal. Although 2001 was warm, the annual mean temperature declined for the second consecutive year after the record setting high in 1999.

The area of sea ice that was observed seaward of Cabot Strait in 2001 was less than normal and remained low for the fourth consecutive year. While most of the ice was located in the Sydney Bight region, ice did reach the Scotian Shelf proper. The ice coverage seaward of

Cabot in 2001 was the seventh lowest in the 39-year record. On the other hand, the ice that was present lasted longer than usual.

Monthly Mean Area of Sea Ice
Seaward of Cabot Strait

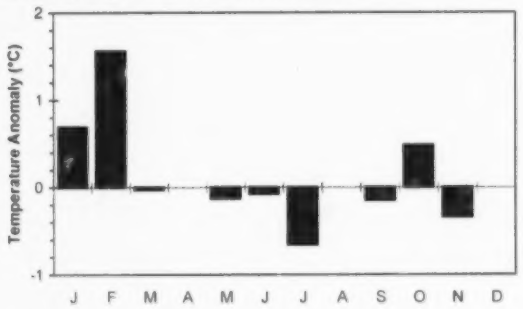


Monthly mean coastal sea surface temperatures in the Gulf of Maine during 2001 were warmer-than-normal continuing the general trend of positive temperature anomalies that persisted through the 1990s. At Halifax, monthly mean temperatures were mostly colder-than-normal reversing the warming trend of the past decade and the warmer-than-normal conditions of 1999 and 2000.

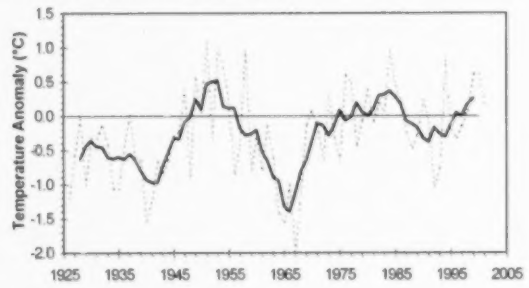
At Prince 5, monthly mean temperatures varied from above normal during the beginning of the year to below normal in much of the second half of the year. These conditions persisted throughout the water column. Annual mean temperatures were near normal although with a tendency for being slightly above normal in the upper half of the water column and below in the bottom half. At all depths temperatures declined relative to 2000 values. The annual salinity anomalies at Prince 5 were saltier-than-normal, near 1999 and 2000 values, and well above the fresh conditions of the 1990s.

In the Laurentian Channel to the east of the Scotian Shelf, temperatures in the deep (200-300 m) waters at Cabot Strait were above normal in 2001 and similar to 2000 values. They are at levels not observed since the late 1970s.

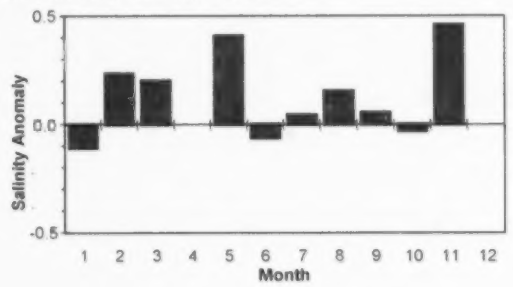
Prince 5 – 0 m
2001 Monthly Temperature Anomalies



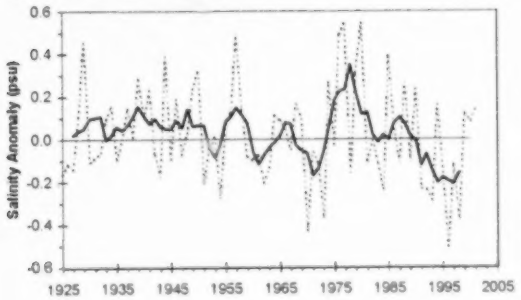
Annual Temperature Time Series



2001 Monthly Salinity Anomalies

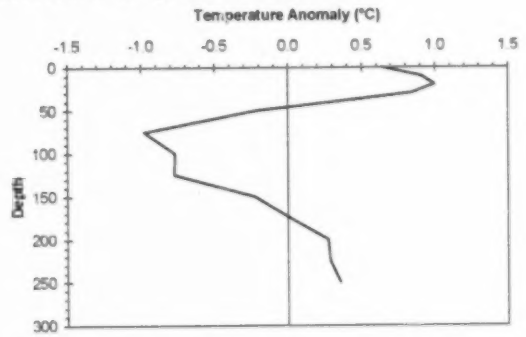


Annual SalinityTime Series

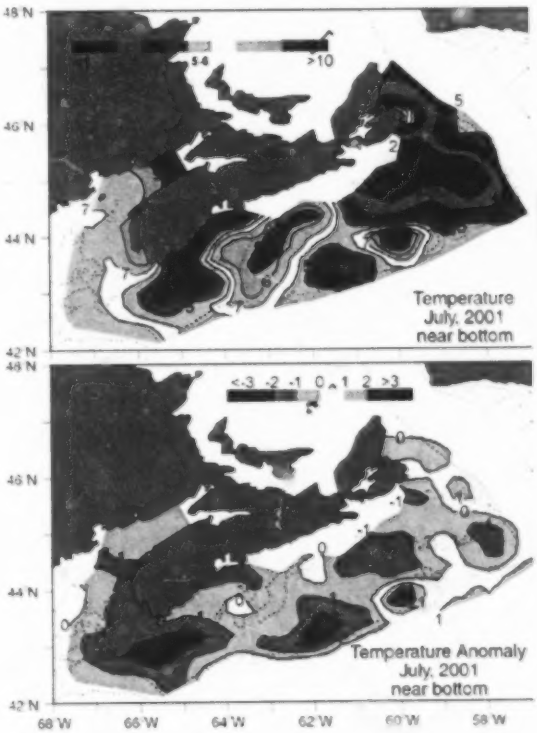


In 2001, the waters in Emerald Basin were warmer-than-normal at the surface and near bottom (250 m) throughout the year resulting in positive annual temperature anomalies. At mid-depth (50 to 175 m), however, negative annual temperature anomalies were observed due principally to cold conditions in the second half of 2001.

Emerald Basin
2001 Annual Temperature Anomalies

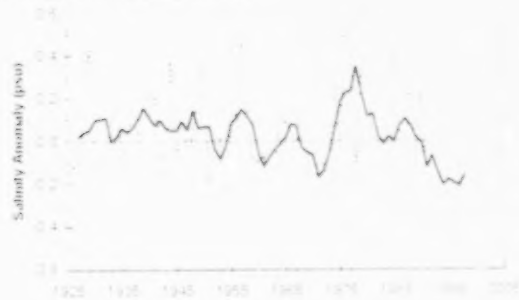


Near-bottom temperatures over most of the Scotian Shelf during the July groundfish survey in 2001 were below normal, in some regions by more than 2°C. In the northeast, most of the bottom was covered by temperatures ranging from >1° to 4°C. These represented cooling relative to 2000. Emerald and LaHave Basins in the central shelf were covered by near-bottom temperatures >8°C, indicative of the influence of Warm Slope Water from offshore. Temperatures at 50 m and 100 m from the July survey also showed colder-than-normal temperatures, similar to the pattern observed near-bottom. This is consistent with the data from 100 m at Misaine Bank. They suggest the subsurface waters over the northeastern Scotian Shelf declined to below normal temperatures after two years of warmer-than-normal conditions.



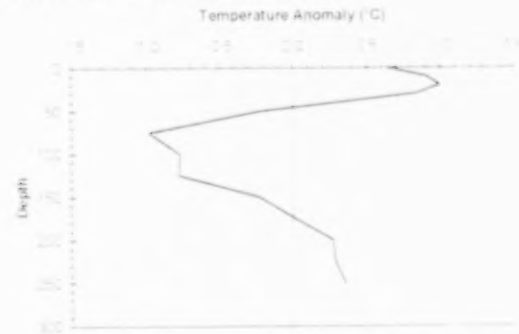
The temperatures at the surface during the July groundfish survey ranged from over 17°C in the northeast to <10°C in the Bay of Fundy. Over the northeastern shelf these were 0° to over 1°C above normal. Above normal temperatures were also observed in the Gulf of Maine off southern Nova Scotia. In contrast to these areas, the southwestern Scotian Shelf and the Bay of Fundy had surface temperatures that were colder-than-normal by up to 2° to 3°C.

Annual SalinityTime Series

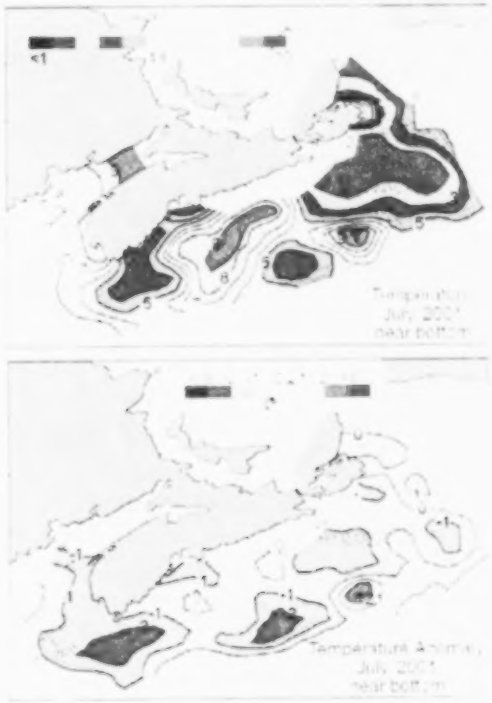


In 2001, the waters in Emerald Basin were warmer-than-normal at the surface and near bottom (250 m) throughout the year resulting in positive annual temperature anomalies. At mid-depth (50 to 175 m), however, negative annual temperature anomalies were observed due principally to cold conditions in the second half of 2001.

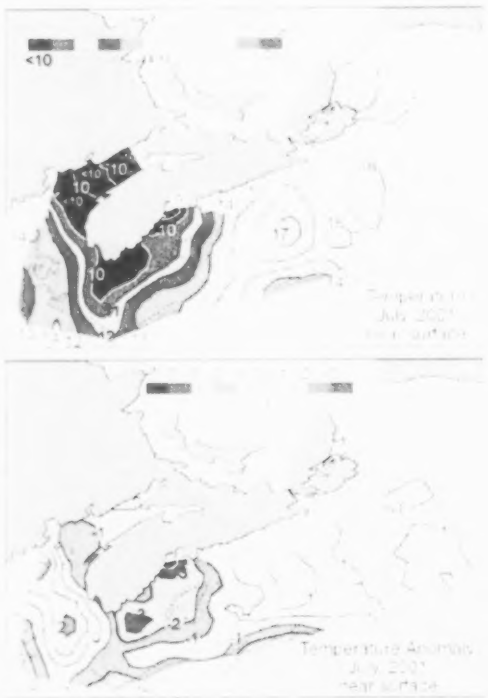
Emerald Basin
2001 Annual Temperature Anomalies



Near-bottom temperatures over most of the Scotian Shelf during the July groundfish survey in 2001 were below normal, in some regions by more than 2°C. In the northeast, most of the bottom was covered by temperatures ranging from >1° to 4°C. These represented cooling relative to 2000. Emerald and LaHave Basins in the central shelf were covered by near-bottom temperatures >8°C, indicative of the influence of Warm Slope Water from offshore. Temperatures at 50 m and 100 m from the July survey also showed colder-than-normal temperatures, similar to the pattern observed near-bottom. This is consistent with the data from 100 m at Misaine Bank. They suggest the subsurface waters over the northeastern Scotian Shelf declined to below normal temperatures after two years of warmer-than-normal conditions.

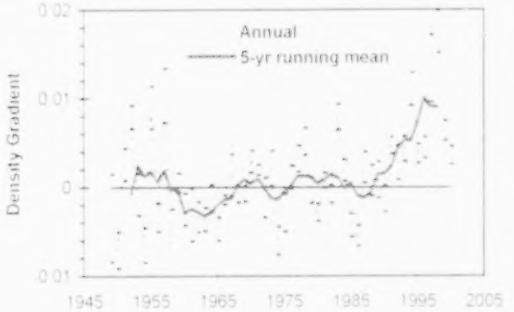


The temperatures at the surface during the July groundfish survey ranged from over 17°C in the northeast to <10°C in the Bay of Fundy. Over the northeastern shelf these were 0° to over 1°C above normal. Above normal temperatures were also observed in the Gulf of Maine off southern Nova Scotia. In contrast to these areas, the southwestern Scotian Shelf and the Bay of Fundy had surface temperatures that were colder-than-normal by up to 2° to 3°C.



In the ocean, lighter water lays over top of denser waters due to differences in the temperature and salinity characteristics. The difference in density with depth is referred to as density stratification. Through the 1990s, the density difference over the top 50 m averaged throughout the Scotian Shelf increased significantly. Since the mid-1990s, this stratification index has been at or near its maximum in the approximately 50-year record. However, no increase in density stratification has been observed in the Gulf of Maine. The primary cause of changes in the Scotian Shelf stratification has been a freshening of the near surface waters. This low salinity water originates upstream off Newfoundland. As the stratification increases in the upper layers, vertical mixing tends to be reduced, which in turn can decrease nutrient replenishment to the surface waters. In 2001, stratification remained stronger-than-normal although it has been decreasing during the past three years.

Density Stratification in upper 50 m over the Scotian Shelf



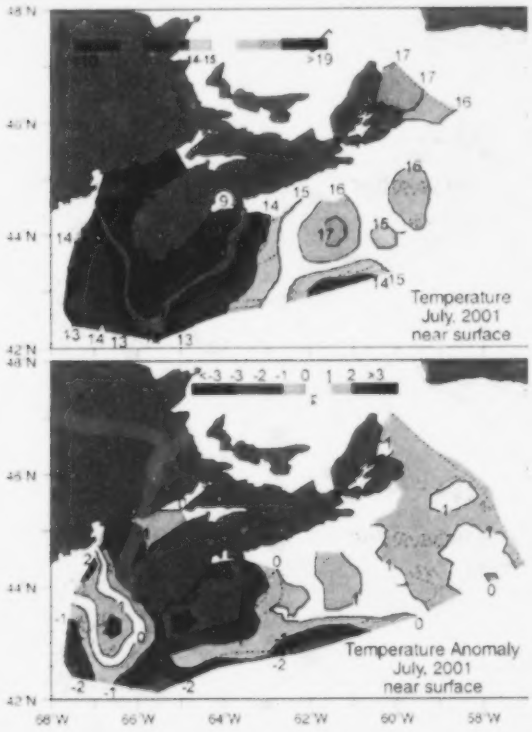
In 2001, the thermal boundaries between the shelf waters and the slope waters (the Shelf/Slope front) as well as the slope waters and Gulf Stream (the north wall of the Gulf Stream) moved further offshore by approximately 20 km relative to their mean annual positions in 2000. For the Shelf/Slope front, it moved to a location seaward of its long-term mean position whereas the Gulf Stream front remained shoreward of its long-term mean.

For more Information

Contact:

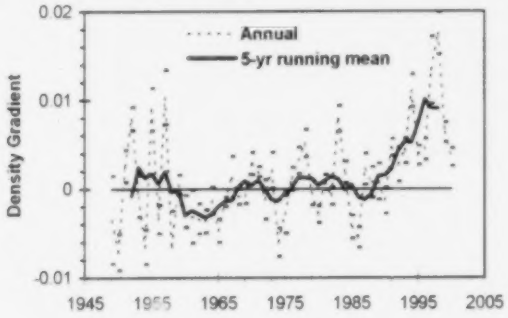
Ken Drinkwater
Bedford Institute of Oceanography
P.O. Box 1006
Dartmouth, Nova Scotia
B2Y 4A2

TEL: (902) 426-2650
FAX: (902) 426-7827
E-mail: drinkwaterk@mar.dfo-mpo.gc.ca



In the ocean, lighter water lays over top of denser waters due to differences in the temperature and salinity characteristics. The difference in density with depth is referred to as density stratification. Through the 1990s, the density difference over the top 50 m averaged throughout the Scotian Shelf increased significantly. Since the mid-1990s, this stratification index has been at or near its maximum in the approximately 50-year record. However, no increase in density stratification has been observed in the Gulf of Maine. The primary cause of changes in the Scotian Shelf stratification has been a freshening of the near surface waters. This low salinity water originates upstream off Newfoundland. As the stratification increases in the upper layers, vertical mixing tends to be reduced, which in turn can decrease nutrient replenishment to the surface waters. In 2001, stratification remained stronger-than-normal although it has been decreasing during the past three years.

Density Stratification in upper 50 m over the Scotian Shelf



In 2001, the thermal boundaries between the shelf waters and the slope waters (the Shelf/Slope front) as well as the slope waters and Gulf Stream (the north wall of the Gulf Stream) moved further offshore by approximately 20 km relative to their mean annual positions in 2000. For the Shelf/Slope front, it moved to a location seaward of its long-term mean position whereas the Gulf Stream front remained shoreward of its long-term mean.

For more Information

Contact:

Ken Drinkwater
Bedford Institute of Oceanography
P.O. Box 1006
Dartmouth, Nova Scotia
B2Y 4A2

TEL: (902) 426-2650
FAX: (902) 426-7827
E-mail: drinkwaterk@mar.dfo-mpo.gc.ca

References

Drinkwater, K.F., B. Petrie, R.G. Pettipas, and W.M. Petrie. 2002. Overview of meteorological, sea ice and sea-surface temperature conditions off eastern Canada in 2001. DFO Can. Sci. Advisory Sec. Res. Doc. 2002/048.

Drinkwater, K., B. Petrie, R. Pettipas, L. Petrie, and V. Soukhovtsev 2002. Physical oceanographic conditions on the Scotian Shelf and in the Gulf of Maine during 2001. DFO Can. Sci. Advisory Sec. Res. Doc. 2002/049.

This report is available from the:

Maritime Provinces
Regional Advisory Process
Fisheries and Oceans Canada
P.O. Box 1006, Stn. B203
Dartmouth, Nova Scotia
Canada B2Y 4A2

Phone number: 902-426-7070
Fax Number: 902-326-5435
e-mail address: myrav@mar.dfo-mpo.gc.ca
Internet address: www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN 1480-4913
© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2003

La version française est disponible à l'adresse ci-dessus.

Correct citation for this publication:

DFO, 2003. 2001 State of the Ocean: Physical Oceanographic Conditions on the Scotian Shelf, Bay of Fundy and Gulf of Maine. DFO Science Ecosystem Status Report 2003/002.

Fisheries and Oceans Canada | Pêches et Océans Canada
Science | Sciences
Région des Maritimes | Rapport sur l'état de l'écosystème 2003/002

État de l'océan en 2001 : Conditions océanographiques physiques sur le plateau néo-écossais, dans la baie de Fundy et dans le golfe du Maine

Renseignements de base

Le milieu océanographique physique influe sur le rendement (croissance, reproduction, survie) et le comportement (distribution, capturabilité, disponibilité) des organismes marins, ainsi que sur les activités de l'industrie de la pêche. Les changements survenant dans ce milieu peuvent contribuer directement à des fluctuations dans le rendement des ressources, le potentiel reproducteur, la capturabilité, l'effectif des classes d'âge (recrutement) et la biomasse de reproducteurs, et influencer la perception de l'état des ressources ainsi que l'efficience et la rentabilité de l'industrie.

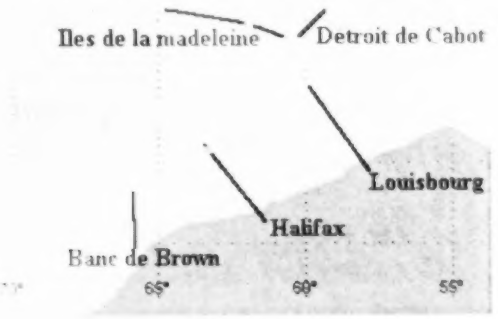
C'est pourquoi on mesure les conditions océanographiques physiques (essentiellement la température et la salinité de l'eau) lors des relevés sur les ressources effectués par les navires scientifique et régulièrement à des stations fixes dans le cadre du ***Programme de monitorage de la zone Atlantique (PMZA)****. D'autres données hydrographiques et météorologiques ainsi que des données sur les glaces marines sont recueillies auprès de diverses sources, notamment les stations de surveillance courantes, les navires auxiliaires occasionnels, les bateaux de pêche et les moyens de télédétection (satellites) ou dans le cadre de travaux de recherche.*

Toutes les données hydrographiques sont revues avant d'être archivées dans la base de données du Service des données sur le milieu marin du Canada (SDMM). On en conserve une copie de travail à l'Institut océanographique de Bedford, dans une base de données à l'échelle zonale.

Sommaire

- Les températures annuelles moyennes de l'air sur le plateau néo-écossais, dans la baie de Fundy et dans l'est du golfe du Maine étaient supérieures à la normale en 2001.
- La couverture de glace sur le plateau néo-écossais en hiver était inférieure à la normale, quoique la glace qui était présente soit restée plus longtemps que d'habitude.
- Les températures superficielles de la mer étaient en général supérieures à la normale en 2001.
- Les températures des eaux de subsurface dans le nord-est du plateau néo-écossais sont tombées sous la normale après avoir été supérieures à la normale pendant deux ans.
- Pendant le relevé sur le poisson de fond réalisé en juillet 2001, les températures à proximité du fond sur la majeure partie du plateau néo-écossais étaient inférieures à la normale.

État de l'océan en 2001 : Conditions océanographiques physiques sur le plateau néo-écossais, dans la baie de Fundy et dans le golfe du Maine



Renseignements de base

Le milieu océanographique physique influe sur le rendement (croissance, reproduction, survie) et le comportement (distribution, capturabilité, disponibilité) des organismes marins, ainsi que sur les activités de l'industrie de la pêche. Les changements survenant dans ce milieu peuvent contribuer directement à des fluctuations dans le rendement des ressources, le potentiel reproducteur, la capturabilité, l'effectif des classes d'âge (recrutement) et la biomasse de reproducteurs, et influencer la perception de l'état des ressources ainsi que l'efficience et la rentabilité de l'industrie.

C'est pourquoi on mesure les conditions océanographiques physiques (essentiellement la température et la salinité de l'eau) lors des relevés sur les ressources effectués par les navires scientifique et régulièrement à des stations fixes dans le cadre du ***Programme de monitorage de la zone Atlantique (PMZA)****. D'autres données hydrographiques et météorologiques ainsi que des données sur les glaces marines sont recueillies auprès de diverses sources, notamment les stations de surveillance côtières, les navires auxiliaires occasionnels, les bateaux de pêche et les moyens de télédétection (satellites) ou dans le cadre de travaux de recherche.*

Toutes les données hydrographiques sont revues avant d'être archivées dans la base de données du Service des données sur le milieu marin du Canada (SDMM). On en conserve une copie de travail à l'Institut océanographique de Bedford dans une base de données à l'échelle zonale.

Sommaire

- Les températures annuelles moyennes de l'air sur le plateau néo-écossais, dans la baie de Fundy et dans l'est du golfe du Maine étaient supérieures à la normale en 2001.
- La couverture de glace sur le plateau néo-écossais en hiver était inférieure à la normale, quoique la glace qui était présente soit restée plus longtemps que d'habitude.
- Les températures superficielles de la mer étaient en général supérieures à la normale en 2001.
- Les températures des eaux de subsurface dans le nord-est du plateau néo-écossais sont tombées sous la normale après avoir été supérieures à la normale pendant deux ans.
- Pendant le relevé sur le poisson de fond réalisé en juillet 2001, les températures à proximité du fond sur la majeure partie du plateau néo-écossais étaient inférieures à la normale.

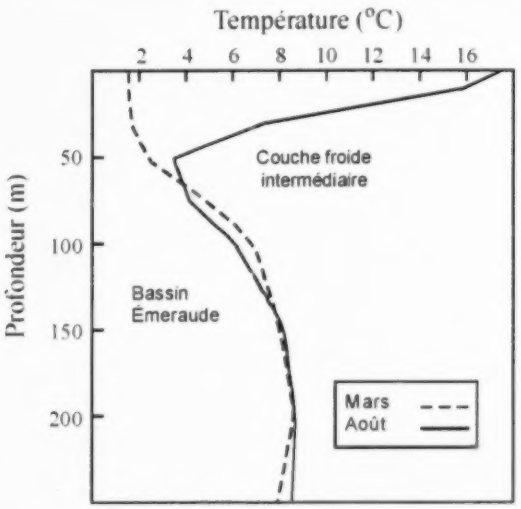
- Depuis le milieu des années 1990, la stratification verticale dans les couches supérieures s'est située au niveau ou alentour du maximum enregistré en environ 50 ans.

Conditions moyennes

La température et la salinité sur le plateau néo-écossais ainsi que dans la baie de Fundy et le golfe du Maine varient dans l'espace en fonction de la topographie complexe du fond marin, du transport depuis des sources situées en amont, comme le golfe du Saint-Laurent, de la fonte des glaces marines au printemps et des échanges avec les eaux adjacentes du talus frontal. Les propriétés de l'eau se caractérisent également par d'importants cycles saisonniers, des différences selon la profondeur et des gradients horizontaux d'est en ouest et de la côte au large.

La plage de températures saisonnières de l'eau sur le plateau néo-écossais diminue avec la profondeur. À la surface, elle est d'environ 16 °C, mais on observe très peu de changements saisonniers, voire aucun, à des profondeurs supérieures à environ 150 à 200 m. Dans les zones peu profondes du golfe du Maine, comme la basse Lurcher, la baie de Fundy et le banc Georges, le cycle saisonnier change beaucoup moins selon la profondeur, à cause du brassage vertical provoqué par les forts courants de marée.

En hiver, la colonne d'eau dans les zones profondes du plateau néo-écossais comporte deux couches séparées par une zone de transition, comme on peut le voir dans le graphique illustrant les variations de température en fonction de la profondeur dans le bassin Émeraude.



La couche supérieure est brassée par les vents hivernaux et renferme de l'eau froide de faible salinité. La couche inférieure est formée d'eau relativement chaude et salée. Cette dernière vient du talus frontal et pénètre sur le plateau par des ravines ou chenaux profonds. En été, le réchauffement saisonnier crée une mince couche supérieure chaude de 30 à 40 m. Les eaux de refroidissement hivernal forment une couche froide intermédiaire (CFI, de 40 à 150 m) et la couche inférieure chaude demeure inchangée. On observe des variations de cette structure verticale en divers endroits du plateau. Les eaux chaudes du large ne pénètrent pas dans l'est du plateau néo-écossais, de sorte que les eaux typiques de la CFI (températures inférieures à 5° C) s'étendent jusqu'au fond. De plus, dans toutes les parties du plateau néo-écossais où les profondeurs ont moins de 150 mètres, il n'y a pas de couche inférieure chaude. Dans les zones à forts courants de marée, comme au sud-ouest de la Nouvelle-Écosse, les eaux sont bien brassées verticalement, même en été.

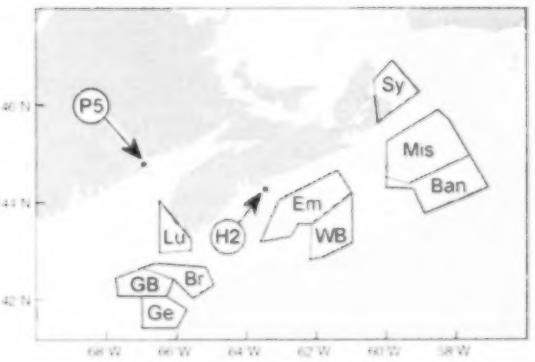
La température et la salinité augmentent généralement d'est en ouest et de la côte

au large, sous l'influence des eaux du large plus chaudes et plus salées, et de l'apport d'eau plus douce du golfe du Saint-Laurent. Ainsi, en été à 50 mètres, au sein de la CFI, la température de l'eau se situe généralement entre 0 et 3 °C dans tout l'est du plateau néo-écossais, entre 3 et 8 °C dans la majeure partie du centre du plateau et entre 6 et 9 °C dans la partie ouest du plateau néo-écossais, dans l'est du golfe du Maine et dans la baie de Fundy. La seule exception à la tendance générale des distributions horizontales concerne les températures de surface en été, qui augmentent d'ouest en est en raison de l'apport d'eaux chaudes de surface provenant du golfe du Saint-Laurent.

Les températures observées près du fond sont à peu près du même ordre qu'à 50 mètres, sauf dans la partie centrale du plateau, où la plage de températures passe à 3-9 °C, cette plage plus élevée étant due à l'intrusion d'eau chaude du large.

Tendances temporelles à long terme

Les températures de l'eau sur le plateau néo-écossais et dans le golfe du Maine sont parmi les plus variables de l'Atlantique Nord d'année en année. Les données sur cette variabilité sont tirées de plusieurs sources. Les données à long terme sur la température de l'eau en surface dans la zone côtière proviennent de Halifax et de St. Andrews. La surveillance hydrographique à long terme dans les eaux du large de la région s'effectue à partir de la station de Prince 5 (P), située à l'embouchure de la baie de Fundy, et d'un nouveau poste de surveillance, établi en 1998 et situé à l'emplacement de la station régulière 2, sur l'axe de Halifax (H2). On recueille des données mensuelles sur la température et la salinité à Prince 5 depuis les années 1920. Dans le cadre du Programme de monitorage de la zone Atlantique (PMZA), on a aussi effectué de nouveau des observations sur des transects réguliers, dont l'axe de Halifax. De plus, on a établi des séries chronologiques de la température pour plusieurs autres régions, à partir de données recueillies lors de relevés sur les ressources halieutiques et d'études océanographiques.



Sy - baie de Sydney
Mis - banc de Misaine
Ban - Banquereau
Em - bassin Émeraude
WB - banc Western
H2 - Station 2, Halifax
Lu - basse Lurcher
Br - banc Browns
GB - bassin Georges
Ge - banc Georges
P - Prince 5

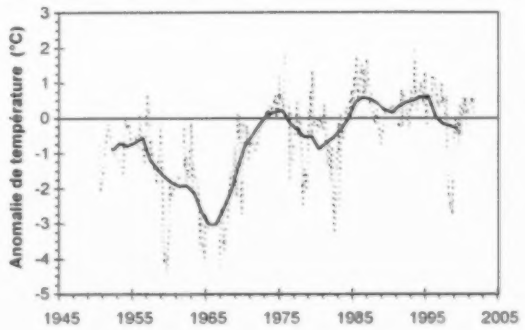
Pour déceler les tendances temporelles de la température, on fait abstraction du cycle saisonnier en calculant les écarts (anomalies) de température par rapport aux moyennes mensuelles à long terme (1971-2000) de chaque région. La variabilité interannuelle est également exprimée sous forme d'anomalies. À l'exception de la série de Prince 5, les données de la plupart des régions sont très limitées avant 1950.

En général, les séries de données sur la température se caractérisent par des pointes de courte période, superposées sur des tendances de longue période (10

à 30 ans) ayant une amplitude de 1 à 2 °C. Les pointes représentent souvent des « bruits » dus en grande partie au nombre limité de données et présentent généralement peu de ressemblance d'une région à l'autre; en revanche, les tendances de longue période dénotent une grande similitude sur une bonne partie du plateau néo-écossais et du golfe du Maine. Dans les tracés chronologiques présentés ici, les lignes pointillées représentent les moyennes mensuelles et les lignes pleines représentent la moyenne mobile des moyennes annuelles sur cinq ans.

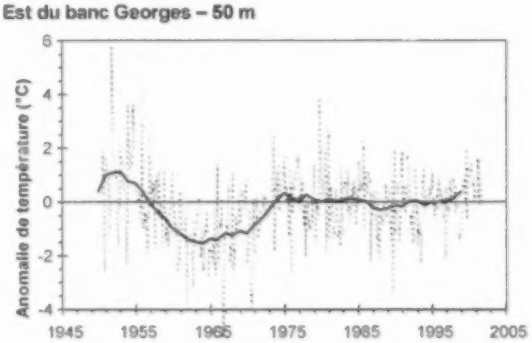
Le régime des températures dans le bassin Émeraude est représentatif des tendances de longue période dans les eaux profondes qui se manifestent partout dans le centre et l'ouest du plateau ainsi que dans le golfe du Maine. Les températures étaient proches de la moyenne ou supérieures à celle-ci dans les années 1950 et sont tombées sous la moyenne dans les années 1960. C'est au milieu des années 1960 qu'on a enregistré la plus longue période de basses températures. Les températures ont augmenté rapidement à la fin des années 1960 et, des années 1970 à 1997, elles sont dans l'ensemble demeurées supérieures à la moyenne. De fait, dans les années 1990, on a observé les plus fortes anomalies persistantes de température de la série, qui porte sur environ 50 ans. En 1998, on a noté un rapide déclin vers des niveaux qu'on n'avait pas vus depuis le début des années 1980 et les années 1960. Ces eaux froides ont été remplacées par des eaux dont la température approchait de la moyenne à long terme en 1999 et était supérieure à cette moyenne en 2000. L'évolution des températures en 2001 est décrite plus en détail dans la deuxième partie du présent document.

Bassin Émeraude – 250 m



Dans les eaux moins profondes du dessus du plateau, les tendances de la température ressemblaient à celles qui ont été observées en eau profonde jusqu'au milieu des années 1980. Les températures dans l'est du banc Georges, qui sont représentatives de celles des bancs du large, y compris le banc Browns et le banc Western, tendaient à être supérieures à la moyenne durant la plus grande partie des années 1970 et 1980, mais elles ont baissé légèrement à la fin des années 1980. Tout au long des années 1990, les températures ont varié au-dessus et au-dessous de la moyenne, mais elles se sont en général (d'après la moyenne mobile sur cinq ans) situées au-dessus de la moyenne à long terme.

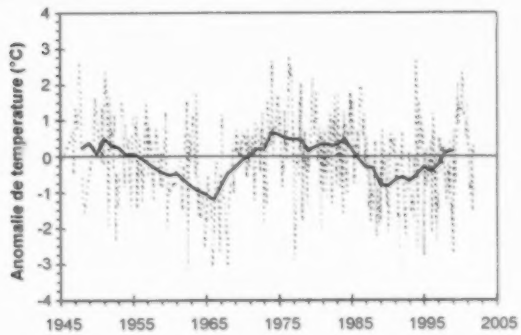
Est du banc Georges – 50 m



Dans les eaux côtières peu profondes du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse (basse Lurcher), les températures ont nettement fléchi du milieu des années 1980 au

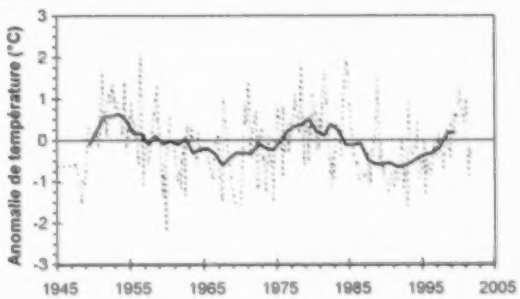
début des années 1990, pour atteindre des niveaux comparables à ceux de la période froide des années 1960. Elles sont généralement demeurées inférieures à la moyenne du milieu des années 1980 à la fin des années 1990. En 1999 et en 2000, elles sont montées au-dessus de la normale.

Basse Lurcher – 50 m



Dans les eaux intermédiaires et profondes de l'est du plateau, par exemple sur le banc de Misaine, l'amplitude des températures de longue période est moindre (de l'ordre de 1 °C) que sur le reste du plateau. De plus, les anomalies de basse température observées durant les années 1960 n'étaient pas aussi marquées qu'ailleurs sur le plateau néo-écossais, notamment dans le bassin Émeraude ou sur la basse Lurcher. De la fin des années 1960 au milieu des années 1970, les températures de l'eau sur le banc de Misaine ont oscillé alentour ou au-dessus de la moyenne. Vers 1980, les températures sont montées au-dessus de la moyenne, mais dès le milieu des années 1980 elles avaient chuté considérablement. Les températures sont demeurées généralement inférieures à la normale dans la majeure partie de la colonne d'eau jusqu'à la fin des années 1990. La température la plus basse a été enregistrée au début des années 1990, après quoi on a assisté à un accroissement des anomalies de température, qui en 1999 et 2000 se sont situées au-dessus de la moyenne à long terme. Dans les zones côtières de l'est (p. ex. dans le Sydney Bight) et sur les bancs du large (p. ex. sur le Banquereau), les tendances des températures à long terme sont comparables à celles de la région du banc de Misaine.

Banc de Misaine – 100 m

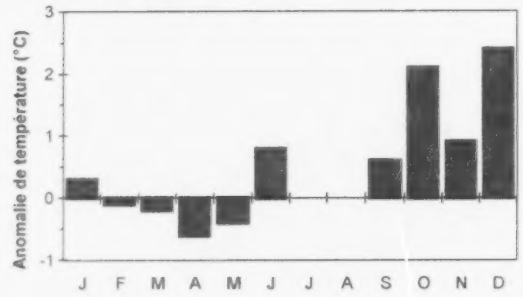


Dans les eaux profondes du détroit de Cabot, les températures étaient à leur plus bas durant les années 1960, mais elles sont restées proches de la moyenne ou supérieures à celle-ci ces dernières années.

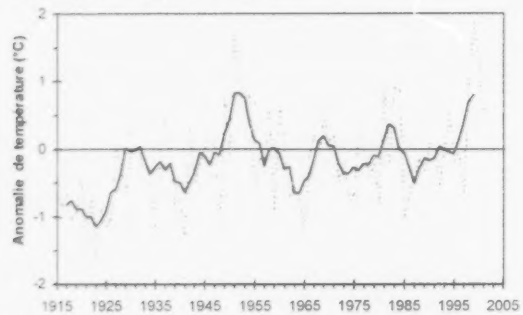
Les tendances générales des températures décrites ci-dessus se reflètent dans les séries chronologiques des moyennes stratifiées des températures observées près du fond, établies dans le cadre des relevés réalisés en été par les navires scientifiques dans la baie de Fundy (division 4X de l'OPANO) ainsi que dans l'ouest (4X), le centre (4W) et l'est (4Vs) du plateau néo-écossais.

Conditions en 2001

Températures de l'air à l'île de Sable
Anomalies mensuelles en 2001



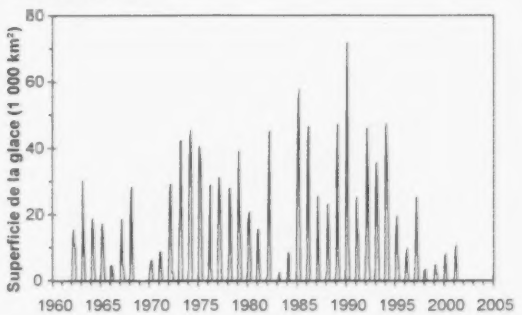
Série chronologique annuelle



Les températures annuelles moyennes de l'air observées en 2001 au-dessus du plateau néo-écossais, de la baie de Fundy et de l'est du golfe du Maine étaient supérieures à la normale. Cela était dû principalement aux conditions chaudes de juin et des quatre derniers mois de l'année. L'anomalie mensuelle maximale (>2° C) a été enregistrée en décembre. En juillet et août, les conditions correspondaient à leurs moyennes à long terme (anomalie zéro), tandis qu'elles étaient légèrement inférieures à la normale de février à mai. Quoique l'année 2001 ait été chaude, la température annuelle moyenne a diminué pour la deuxième année d'affilée après la haute température record de 1999.

La superficie de la couverture de glace observée au large du détroit de Cabot en 2001 étaient inférieure à la normale et est restée basse pour la quatrième année consécutive. Quoiqu'elle était concentrée pour la plupart dans la région du Sydney Bight, la glace a atteint le plateau néo-écossais lui-même. La couverture de glace au-delà de Cabot en 2001 venait au septième rang des plus basses en 39 ans. En revanche, la glace présente durait plus longtemps que d'habitude.

Superficie mensuelle moyenne des glaces marines au-delà du détroit de Cabot



En 2001, les températures mensuelles moyennes des eaux de surface dans les zones côtières du golfe du Maine étaient supérieures à la normale, poursuivant la tendance générale à des anomalies de température positives qui a persisté tout au long des années 1990. À Halifax, les températures moyennes mensuelles étaient essentiellement plus basses que la normale, inversant la tendance au réchauffement de la dernière décennie et les conditions plus chaudes que la normale des années 1999 et 2000.

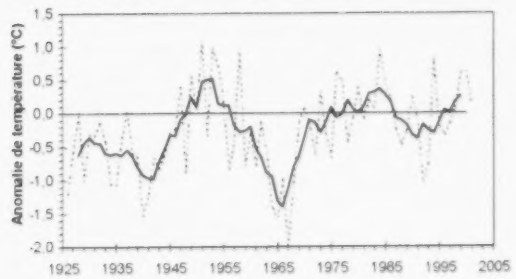
À Prince 5, les températures mensuelles moyennes variaient, étant supérieures à la normale au début de l'année et inférieures à la normale la majeure partie de la seconde moitié de l'année. Ces conditions ont persisté dans la totalité de la colonne d'eau. Les températures annuelles moyennes étaient proches de la normale, quoiqu'elles tendaient à être légèrement au-dessus de la normale dans la moitié supérieure de la colonne d'eau et,

inversement, en dessous de la normale dans la moitié inférieure de la colonne d'eau. Dans toutes les profondeurs, les températures étaient plus basses qu'en 2000. Les anomalies de salinité annuelles observées à Prince 5 étaient supérieures à la normale, proches des valeurs de 1999 et 2000, et bien au-dessus des faibles salinités des années 1990.

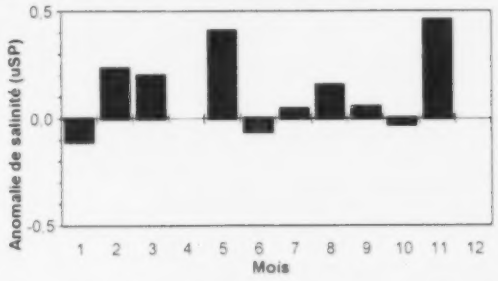
Dans le chenal Laurentien, à l'est du plateau néo-écossais, les températures des eaux profondes (200-300 m) du détroit de Cabot se situaient au-dessus de la normale en 2001 et étaient comparables aux valeurs de 2000. Elles se situent à des niveaux qu'on n'avait plus vus depuis la fin des années 1970.

Prince 5 – 0 m
Anomalies de températures mensuelles - 2001

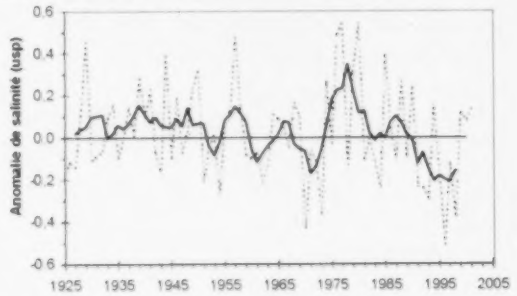
Série chronologique des températures annuelles



Anomalies de salinité mensuelles - 2001

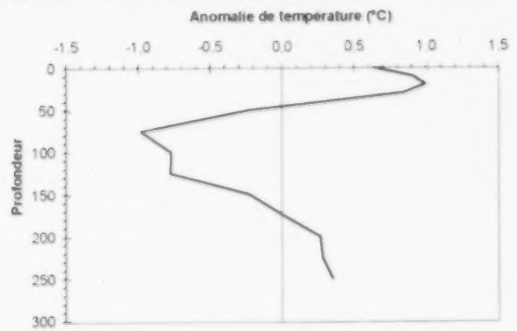


Série chronologique des salinités annuelles



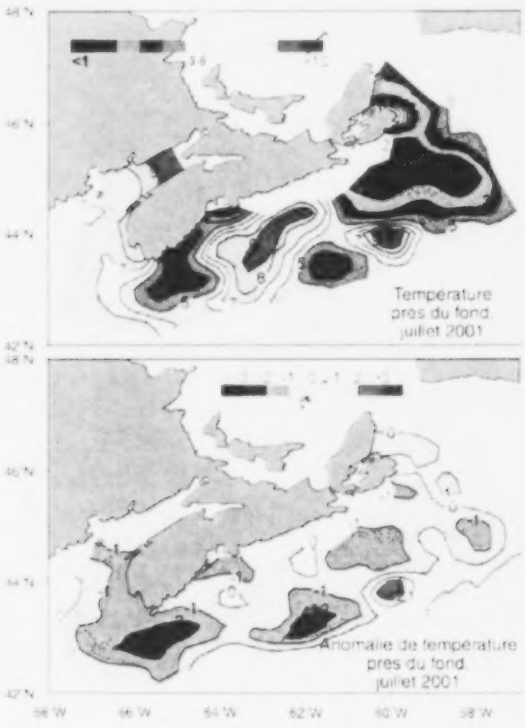
Tout au long de 2001, les eaux du bassin Émeraude ont été plus chaudes que la normale en surface et près du fond (250 m), ce qui s'est traduit par des anomalies de température annuelles positives. À mi-hauteur (de 50 à 175 m), toutefois, on a observé des anomalies de température annuelles négatives, en raison surtout des conditions froides de la seconde moitié de 2001.

Bassin Émeraude
Anomalies annuelles de température - 2001

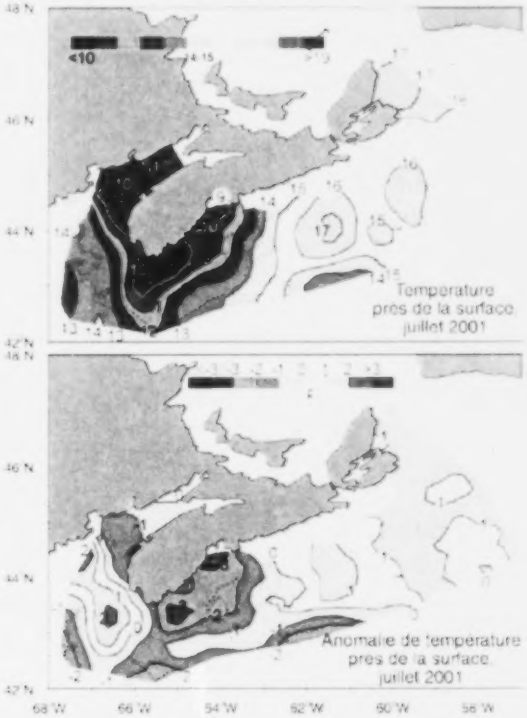


Les températures à proximité du fond sur la majeure partie du plateau néo-écossais au cours du relevé sur le

poisson de fond de juillet 2001 étaient inférieures à la normale; dans certaines régions, l'écart était de plus de 2 °C. Dans le nord-est, sur la plupart du fond, les températures se situaient entre >1 et 4 °C. Cela représentait un refroidissement par rapport à 2000. Les températures à proximité du fond dans les bassins Émeraude et LaHave, au centre du plateau, étaient de >8 °C, ce qui dénotait l'influence des eaux chaudes du talus frontal. Les températures à 50 m et à 100 m dans le relevé de juillet étaient aussi plus basses que la normale et suivaient la tendance observée près du fond. Cela concorde avec les données à 100 m sur le banc de Misaine et permet de croire que les températures des eaux du nord-est du plateau néo-écossais sont tombées sous la normale, après avoir été supérieures à la normale pendant deux ans.

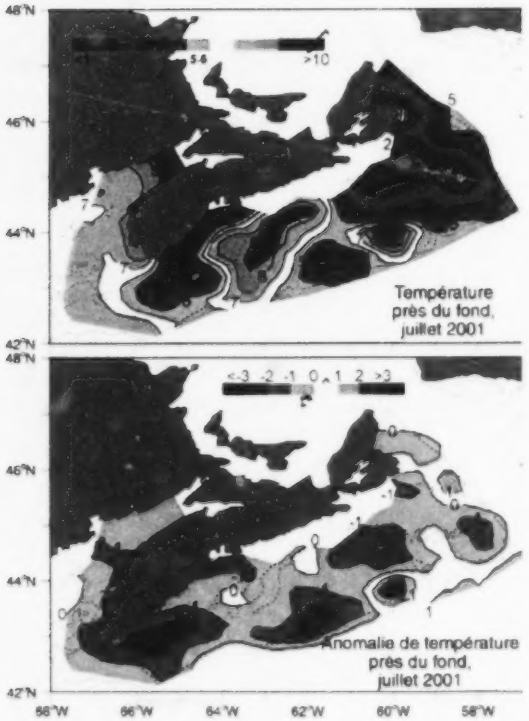


Les températures à la surface durant le relevé de juillet sur le poisson de fond oscillaient entre plus de 17 °C dans le nord-est et <10 °C dans la baie de Fundy. Dans le nord-est du plateau, elles étaient égales à la normale ou la dépassaient de 1 °C. On a aussi observé des températures supérieures à la normale dans le golfe du Maine, au large du sud de la Nouvelle-Écosse. Par contraste avec cette région, les températures de surface dans le sud-ouest du plateau néo-écossais et dans la baie de Fundy se situaient entre 2 et 3 °C sous la normale.

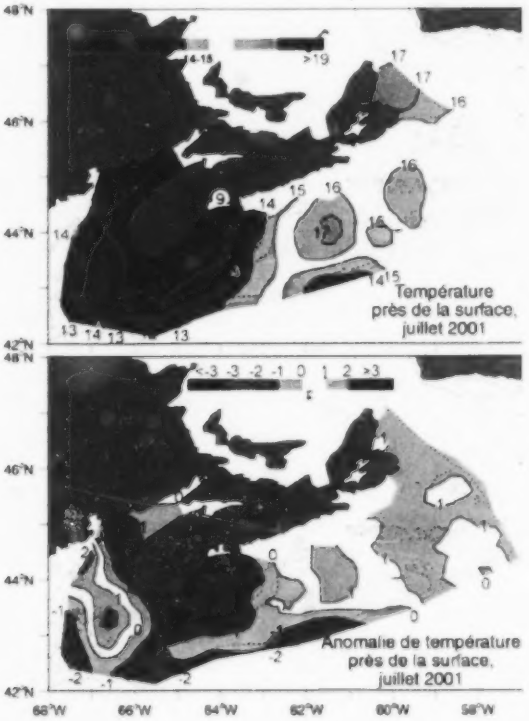


Dans l'océan, les eaux légères se superposent aux eaux plus denses en raison des différences de température et de salinité. La différence de densité due à la profondeur est appelée stratification de densité. Tout au long des années 1990, la stratification de densité verticale moyenne dans les 50 m supérieurs de l'ensemble du plateau néo-écossais a

poisson de fond de juillet 2001 étaient inférieures à la normale; dans certaines régions, l'écart était de plus de 2 °C. Dans le nord-est, sur la plupart du fond, les températures se situaient entre >1 et 4 °C. Cela représentait un refroidissement par rapport à 2000. Les températures à proximité du fond dans les bassins Émeraude et LaHave, au centre du plateau, étaient de >8 °C, ce qui dénotait l'influence des eaux chaudes du talus frontal. Les températures à 50 m et à 100 m dans le relevé de juillet étaient aussi plus basses que la normale et suivaient la tendance observée près du fond. Cela concorde avec les données à 100 m sur le banc de Misaine et permet de croire que les températures des eaux du nord-est du plateau néo-écossais sont tombées sous la normale, après avoir été supérieures à la normale pendant deux ans.



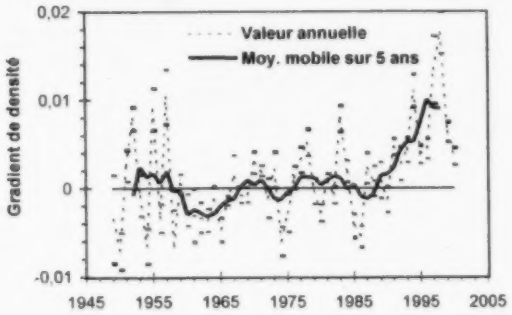
Les températures à la surface durant le relevé de juillet sur le poisson de fond oscillaient entre plus de 17 °C dans le nord-est et <10 °C dans la baie de Fundy. Dans le nord-est du plateau, elles étaient égales à la normale ou la dépassaient de 1 °C. On a aussi observé des températures supérieures à la normale dans le golfe du Maine, au large du sud de la Nouvelle-Écosse. Par contraste avec cette région, les températures de surface dans le sud-ouest du plateau néo-écossais et dans la baie de Fundy se situaient entre 2 et 3 °C sous la normale.



Dans l'océan, les eaux légères se superposent aux eaux plus denses en raison des différences de température et de salinité. La différence de densité due à la profondeur est appelée stratification de densité. Tout au long des années 1990, la stratification de densité verticale moyenne dans les 50 m supérieurs de l'ensemble du plateau néo-écossais a

considérablement augmenté. Depuis le milieu des années 1990, elle atteint son maximum de la série d'environ 50 ans, ou s'en approche. Toutefois, on n'a pas observé d'accroissement de la stratification de densité dans le golfe du Maine. Les changements de stratification observés sur le plateau néo-écossais sont surtout dus à un refroidissement des eaux proches de la surface. Ces eaux de faible salinité viennent de l'amont, plus précisément de Terre-Neuve. Au fur et à mesure que la stratification augmente dans les couches supérieures, le brassage vertical tend à diminuer, ce qui peut réduire l'apport de nutriments dans les eaux de surface. En 2001, la stratification est restée plus forte que la normale, quoi qu'elle ait été en recul ces trois dernières années.

Stratification de densité dans les 50 m supérieurs du plateau néo-écossais



En 2001, les limites thermiques entre les eaux du plateau et les eaux du talus continental (front plateau/talus) ainsi qu'entre ces dernières et le Gulf Stream (façade nord du Gulf Stream) ont reculé d'environ 20 km vers le large par rapport à leurs positions annuelles moyennes de 2000. En ce qui concerne le front plateau/talus, la limite s'est déplacée au-delà de sa position moyenne à long terme, tandis que le front du Gulf Stream est resté en deçà de sa moyenne à long terme.

Pour obtenir de plus amples renseignements,

communiquez avec :

Ken Drinkwater
Institut océanographique de Bedford
C. P. 1006
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
B2Y 4A2

TÉL. : (902) 426-2650
FAX : (902) 426-7827
Courriel : drinkwaterk@mar.dfo-mpo.gc.ca

Bibliographie

Drinkwater, K.F., B. Petrie, R.G. Pettipas, and W.M. Petrie. 2002. Overview of meteorological, sea ice and sea-surface conditions off eastern Canada in 2001. MPO, Secr. can. pour l'éval. des stocks, Doc. rech. 2002/048.

Drinkwater, K., B. Petrie, R. Pettipas, L. Petrie and V. Soukhovtsev 2002. Physical oceanographic conditions on the Scotian Shelf and in the Gulf of Maine during 2001. MPO, Secr. can. pour l'éval. des stocks, Doc. rech. 2002/049.

Distribué par le :

Bureau du processus consultatif régional
des provinces Maritimes
Ministère des Pêches et des Océans
C.P. 1006, Succ. B203
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Canada B2Y 4A2

Téléphone : 902-426-7070
Fax : 902-426-5435
Courriel : myrav@mar.dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN 1480-4921 (imprimé)
© Sa majesté la Reine, Chef du Canada, 2003

An English version is available on request at the above address.

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO, 2003. État de l'océan en 2001 : Conditions océanographiques physiques sur le plateau néo-écossais, dans la baie de Fundy et dans le golfe du Maine. MPO – Sciences, Rapport sur l'état de l'écosystème 2003/002.